

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



550413



(43) 国際公開日
2004 年 11 月 18 日 (18.11.2004)

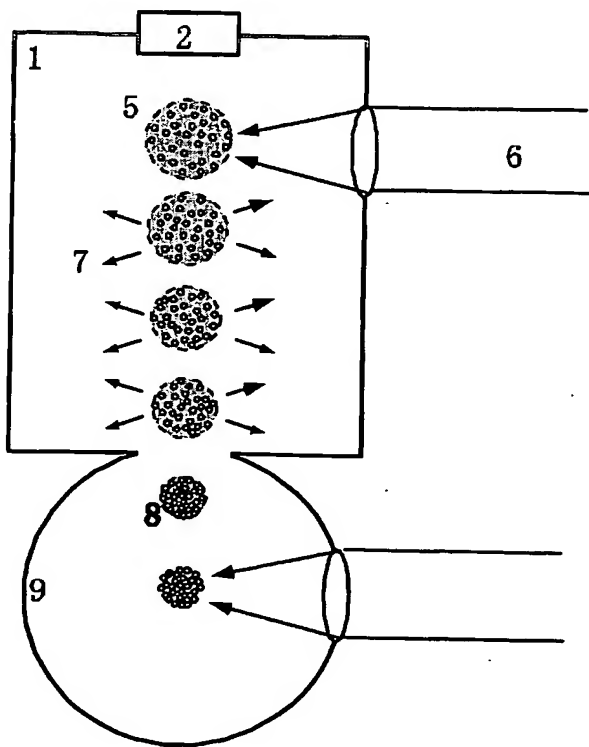
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/100621 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H05G 2/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004031
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 24 日 (24.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-080378 2003 年 3 月 24 日 (24.03.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 富江 敏尚 (TOMIE, Toshihisa) [JP/JP]; 〒3058568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, [統葉有])

(54) Title: LASER PLASMA PRODUCING METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: レーザープラズマ発生方法及び装置



微粒子集合体を生成
PRODUCTION OF PARTICLE CLUSTER

(57) Abstract: A method for supplying a solid material with a sufficiently high density to a place sufficiently far from the surrounding solid bodies without dispersing debris into the environment. Radiation is generated from a plasma produced by applying a laser beam to a substance. The substance is a particle cluster formed of many fine coagulated particles. The coagulant is a material vaporizing below the melting point of the fine particles. To supply a particle cluster (8) of a heightened particle concentration to a vacuum vessel (9) for plasma production, a droplet (5) is heated by a laser beam (6) to evaporate a solvent (7). Thus by supplying a particle cluster (8) to the vacuum vessel (9) after evaporating a large amount of solvent used for stably forming a droplet, the degradation of the degree of the vacuum vessel (9) can be suppressed. The diameter of the particle cluster (8) is tens of micrometers after the condensation.

(57) 要約: 本発明は、周囲の固体から十分に離れた場所に、十分に高い密度で、デブリを環境にまき散らさないで、固体材料を供給する手法を提供する。本発明は、レーザーを物質に照射して得られるプラズマから放射線が発生させる。この物質は、多数の超微粒子が凝集した粒子集合体であり、超微粒子の融点以下で気化する材料を凝集剤としている。微粒子濃度を高めた微粒子集合体 8 を、プラズマ発生用真空容器 9 に供給するために、レーザー 6 で液滴 5 を加熱し、溶媒 7 を蒸発させる。液滴を安定に生成するための大量の溶媒を予め蒸発させた上でプラズマ発生用真空容器 9 に供給することで、真空容器 9 の真空度の低下が抑制できる。高濃縮化後の微粒子集合体 8 の直径は数十 μm になる。

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/100621 A1



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

明細書

レーザープラズマ発生方法及び装置

5 技術分野

本発明は、レーザーを物質に照射して得られるプラズマから輻射線を発生させるレーザープラズマ発生方法及び装置に関する。

背景技術

10 本発明は、室温で固体で存在する元素も、長時間連続でレーザープラズマの材料として供給できる方法およびそれを用いた輻射光源を提供することを目的とする。

短パルスレーザーを照射して生成される高温高密度プラズマはEUV領域からX線領域に亘る輻射を発生する高輝度光源である。輻射されるスペクトルは、レーザー照射条件とプラズマを構成する元素の種類で大きく異なり、用途によってプラズマ化する材料及びレーザー照射条件の最適化が必要である。

例えば、45nm世代以降のリソグラフィ技術として、波長13nmの極端紫外光(EUV)を用いるEUVリソグラフィ(EUVL)が最有望視され、その光源としては、プラズマ光源しかない。EUVLで用いられる多層膜反射鏡はMo/Siであり、その反射スペクトルはピーク波長が13nmから14nmであり、バンド幅は2-3%であるので、光源も、それに適したスペクトルが必要である。

プラズマを数%のバンド幅の光源として用いる場合には、4d-4fバンド発光を利用するのが最適であることは、1970年代初めにSugar(非特許文献1参照)が始め、1980年代に行われたSugar とO' Sullivanの研究によって明らかにされている。

25 4d-4fバンド発光のピーク波長は元素の原子番号で決まっており、13nmにピークを持つのが原子番号が50である錫であることも明らかになっている(非特許文献2参照)。従って、13nm光が必要なEUVL用の光源として、錫を用いるのが最適であろうことは周知である。

ところが、欧米で行われているEUVL用光源の開発では、もっぱらXeが用いられ

てきた。原子番号が54であるXeプラズマの場合は、4d-4fバンド発光のピークは11nmにあり、13nmでの発光強度はそれほど強くないにも係わらず、Xeが用いられている理由は、リソグラフィーに於いては、プラズマ光源からのEUV光を捕集する集光鏡の寿命は1年以上、ショット数にして 10^{12} ショット程度以上、が要求されるので、プラズマ光源には超クリーン性が求められるからである。固体平板にプラズマを生成する場合には、夥しい量のデブリと称される μm 程度の微粒子が発生し、周辺の光学素子の汚染が甚だしいことが周知である。90年代半ばに、ガスフローやターゲットのテープ化などの幾つかのデブリ低減手段が試みられたが、EUVL用光源にはなり得ないと判断された（非特許文献3参照）。一方、室温で気体であるXeを用いれば、光学素子の表面に達しても付着せず、汚染が軽微に止まるだろうとの期待があり、研究開発が行われてきた。実際に、Xeの付着による汚染は観測されていない。

このように、Xeプラズマの技術がもっぱら開発されてきたが、ここに来て、錫を使わざるを得ない状況が出てきた。それは、必要とされるEUVパワーが、数年前は数Wであったが、種々の理由で、現在は100Wに大きく引き上げられたからである。投入するレーザーエネルギーと得られる13nm光のエネルギーの比である変換効率が低いXeを用いると、大きなパワーを得るためには、相当のパワーの励起レーザーが必要になり、コストが膨大化する問題がある。さらに、プラズマ光源を発生させる真空空間の冷却が技術的ネックになりつつある。

変換効率の向上を期待して錫を用いようとしても、デブリ問題が解決できなければ、リソグラフィー用光源にはなり得ない。10年弱前に一旦、デブリ問題は解決不能であると判断された訳であるから、新発想が必要である。

（必要な質量）

まず、供給すべき質量を知っておく必要がある。EUVL用光源としてのプラズマに関しては、本発明者が詳細な理論的考察を行っている（非特許文献4参照）。それに依れば、電子温度が30-50eVで、直径は500 μm 前後、電子密度は一様で $10^{20}/\text{cm}^3$ 以上が必要である。13nm用光源として最適な錫の場合、電離数は8前後であるので、必要な質量は

$1 \times 10^{20} \times (1/8) \times 100 \times (1/2) / 20^3 \times 1 / (6 \times 10^{23}) = 1.2 \times 10^{-7} \text{ g}$ 、つまり、0.1 μg 程度にな

り、比重 7 の固体密度では、直径 $30\mu\text{m}$ の球と同程度である。

このことから、一様な電子密度 $10^{20}/\text{cm}^3$ で直径が数百 μm のプラズマを生成するために、直径数十 μm の単一球と同程度の総重量を有するターゲット材料を供給することが必要である。

5 (Xeガスへの混合)

固体材料である錫を微粒子にしてXeガスに混合させて噴出させれば、13nm光強度が増大するだろうとの提案がMatsuiら（特許文献 1 参照）によって行われた。しかし、この提案には、二つの問題がある。一つは、微粒子はガスで搬送中に拡散し大半がプラズマ生成領域に供給されず、環境にまき散らされることである。

10 プラズマが生成されると、その圧力は10,000気圧にも達し、その圧力で微粒子混合Xeガス吹き飛ばされることでも、微粒子の撒き散らしが増幅される。これにより環境が汚染され、また周辺物質が破損される。もう一つは、微粒子の拡散が大きく、プラズマ発生領域に供給できる微粒子の密度が低くなり、輝度の高いプラズマが生成できないことである。つまり、錫を微粒子を混合したXeガスを噴出させる方法では、微粒子撒き散らしのためデブリフリー化が困難で、しかも、供給
15 できる微粒子密度が低いので、13nm光強度の増大効果は大きくない。

(液滴)

液滴を利用することも考えられた。噴出材料が気体だと、粒子間の衝突で直ぐに拡散してしまっていて、吹き出し口近傍でしか大きな密度が得られないので、Xeジェットの場合も、断熱膨張冷却の利用あるいは液化Xeを噴出させるなどの改良が進められてきた。しかし、噴出物を液体に変えても、流体の不安定性の成長により、吹き出し口からの距離が大きくなると多数の液滴に分裂し、1cm以上の長い距離に亘っての連続ジェットの形成は困難である。雑音が成長して多数の液滴に分裂すると、その分裂はランダムであり、制御不能になるが、強制振動を与えて強制的に一つの液滴にする手法がある。一旦液滴化すれば、後は安定して飛行するので、安定なターゲット材料供給が可能になる。プラズマ生成用に液滴を用いる
25 試みは古く1973年から行われている。1960年代からレーザー核融合用のターゲット供給として、固体ペレットでターゲット供給をすることが検討されていたが、その代替手段として、SchwennとSigel(非特許文献 5 参照)が、液体ジェットを生

成する実験を報告している。従って、デブリを減らすために液滴を用いることは、レーザープラズマの専門家であれば思いつくことである。1990年代半ばには、Herzら（例えば、非特許文献6参照）が液滴をターゲットとするX線発生の実験を行っている。

- 5 X線の波長は元素によって大きく異なり、3.37nmを発生させるには炭素を用い、2.2nmの発生には酸素を用いることは専門家の常識であるので、必要な波長によって、液滴の材料として、酸素を主成分とする水を用いたり、炭素を含むアルコールを用いることになる。電子密度、プラズマ温度の評価を目的に、LiClあるいはNaClを含む水液滴をプラズマ化する実験が、Eickmansら（非特許文献7参照）に
10 よって報告されており、X線源としてNa, Mgなどが必要な場合に、それらの元素を含む化合物が溶液に含有させることが可能であれば、それを液滴化することも容易に思いつくことである。実際、X線発生に適したCuを用いるために、エチレングリコールに硝酸銅溶液を溶かした液体ジェットの液滴化が行われ、5-20keV X線の1kHz繰り返し発生が実現されている（非特許文献8参照）。13nm用光発生に
15 は錫が最適であることは周知であるので、硝酸錫、硫酸錫溶液を用いた液滴をターゲットとすることも、容易に思いつくことである。

しかし、錫を含む溶液を単純に液滴化することには、二つの問題がある。一つは、均一プラズマの生成ができないこと。二つ目に、高真空化が容易でないこと。である。単一の微粒子をターゲットにしても、大きな直径の均一なプラズマは生
20 成されない。

第1図に、波長1 μm のレーザーを固体平板に照射した場合の密度分布の時間変化を、一次元流体コードで数値シミュレーション計算した結果を示す。レーザーを吸収して高温化された物質が真空中に吹き出し、第1図に見られるように、数十nm/nsのオーダーの速度で固体ターゲットは削られる（アブレーション）が、第
25 2図に見られるように、EUV発光強度の強い $3 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ の近傍の領域の大きさは殆ど変わっていない。つまり、固体ターゲットの直径が数十 μm 以上の場合、第1図に見られるように、ターゲット表面が削られ照射時間とともにターゲットは細っていくが、固体密度の領域は常に存在し、一様な密度のプラズマは生成されず、発光強度の高い臨界密度近傍の密度のプラズマの領域は広がらず、 $3 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

の近傍の発光領域は、第2図に見られるように殆ど初期径のままである。

すると、直径500 μm の高輝度の光源を生成しようとする、直径500 μm の液滴が必要になる。プラズマとして利用するのは表面の1 μm 程度でしかない、百倍も余分な物質を光源チェンバー内に放出することになる。これは、汚染物質を増大させることであり、望ましくない。周囲の光学系を汚染するだけでなく、EUV光の減衰も引き起こす。

EUV光の透過率を90%以上にするには、光源チェンバー内の真空度は、酸素の場合、0.1 Pa程度以下が必要である。液滴直径が500 μm の時、その大半の質量を占める溶媒が水であれば、レーザー照射で気化されて、0.1 Paの酸素が5 リットル作られる。EUVL光源は10kHz程度で運転することが求められるが、すると、0.1 Paの窒素が1秒、つまり10,000ショットで、50,000 リットル作られることになる。これを排気するのは真空ポンプにとってかなりの負担であり、排気すべき気体量を1/50以下に減らすことが必要である。できれば、発生気体量が1/1,000程度に少ないことが望ましい。つまり、液滴の直径は50 μm 以下であることが望ましい。

15 【特許文献1】

米国特許第5,991,360号明細書

 【特許文献2】

特許第2897005号公報

 【非特許文献1】

20 Sugar, Phys. Rev. B5 (1972)1785

 【非特許文献2】

G. O' Sullivan and P.K. Carrol, J. Opt. Soc. Am. 71 (1981) 227

 【非特許文献3】

H.A. Bender, D. O' Connell, W.T. Silfvast, Appl. Opt. 34 (1995) 6513

25 【非特許文献4】

富江：“EUVリソグラフィー用プラズマ光源に関する技術的考察”、産総研技術報告 AIST01-A00007, (2002年 1月)

 【非特許文献5】

SchwennとSigel, J. Phys. E: Sci. Instrum. 7 (1974) 715

【非特許文献 6】

Herz et al., Opt. Commun. 103 (1993) 105

【非特許文献 7】

Eickmans et al., Appl. Opt. 26 (1987) 3721

5 【非特許文献 8】

R.J.Tomkins et al., Rev. Sci. Instrum. 69 (1998) 3113

発明の開示

上に述べたように、プラズマから発光するEUV光の変換効率を大きくするために、
10 プラズマ生成の材料には、波長毎に最適な材料を利用する必要がある。それが室温で固体である場合には、デブリが発生しない方法でターゲット材料を供給する必要があり、これまで幾つかの提案があるが、それぞれ問題点があり、解にはならない。

デブリフリーなプラズマとして、本発明者は、ターゲットをキャビティ構造にする方式を提案し（特許文献 2 参照）、実際にデブリフリーになると言う実験結果を報告しているが、得られるプラズマ密度を高くするのが容易でないために変換効率を高くするのが容易でないことと、プラズマと固体の距離を大きくするのが容易でないためにクリーン化が不十分であるという問題がある。

20 錫を微粒子にしてXeガスに混合させて噴出させる提案がMatsuiによって行われたが、搬送される微粒子の大半がチェンバー内にまき散らされ環境を極度に汚染する上に、プラズマ発生領域に供給できる微粒子の密度が低くて輝度の高いプラズマが生成できない。

必要な元素を含む物質を溶解した溶液を液滴化する方式の提案については、均一プラズマの生成ができない、必要な元素の密度を高くするのが容易でない、光源
25 チェンバー内の高真空化が容易でない、という問題がある。

本発明は、これらの従来の提案の問題点を克服して、周囲の固体から十分に離れた場所に、十分に高い密度で、デブリを環境にまき散らさないで、固体材料を供給する手法を提供することを目的とする。

本発明のレーザープラズマ発生方法及び装置は、レーザーを物質に照射して得

られるプラズマから輻射線を発生させる。この物質は、多数の超微粒子が凝集した粒子集合体であり、分子間力や帯電による凝集あるいは超微粒子の融点以下で気化する材料を凝集剤とすることを特徴としている。

5 また、本発明のレーザープラズマ発生方法及び装置は、レーザーを物質に照射して得られるプラズマから輻射線を発生させる。固体あるいは液体ターゲットの短パルスレーザー照射による超微粒子の発生を、気体の流れる環境で行い、気体流を利用して超微粒子群をプラズマ発生領域へ搬送して、プラズマ生成用物質を供給することを特徴としている。

10 図面の簡単な説明

第1図は、直径 $20\mu\text{m}$ の球ターゲットがレーザー照射されたときの密度プロファイルの時間変化を示す図である。

第2図は、直径 $20\mu\text{m}$ の球ターゲットがレーザー照射されたときの密度プロファイルの時間変化を示す図である。

15 第3図は、超微粒子を含む溶液の液滴化を説明する図である。

第4図は、液滴の溶媒を蒸発させ、微粒子濃度を濃縮し、微粒子集合体を生成することを説明する図である。

第5図は、大きな径のプラズマ生成を説明する図である。

20 第6図は、微粒子集合体を帯電させ、電磁気的手法で、その軌跡を制御することを説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、例示に基づき、本発明を説明する。但し、ここで説明する溶媒、溶質、液滴生成条件、濃縮方法その他全て一例に過ぎず、専門家なら思いつく全てのバリエーションの採用が可能である。

25 第3図は、超微粒子を含む溶液の液滴化を説明する図である。図示したように、液滴生成用真空容器に、ノズル2から、直径数十nmの錫微粒子3を含む溶液を $500\mu\text{m}$ から 1mm の直径のジェット4として噴出させる。その際、光源発生の一連の繰り返し以上の振動数の強制振動をノズル2に与え、連続ジェット4を液滴5に分裂さ

せる。液滴化の安定度を高くするために、真空ポンプその他の要因によるノズルの振動の振幅を極力抑制し、ノズルに与える強制振動の振幅は、ノズルに働く外乱による振動の振幅より十分に大きくする。液滴中に含まれる超微粒子数の安定度を高めるため、貯蔵タンク内の溶液の水素イオン指数の調整や攪拌するなどの手段で、溶液中の超微粒子濃度の均一性を高める。

第4図は、液滴の溶媒を蒸発させ、微粒子濃度を濃縮した微粒子集合体を生成することについて説明する図である。微粒子濃度を高めた微粒子集合体8を、プラズマ発生用真空容器9に供給するために、第4図に示すように、レーザー6で液滴5を加熱し、溶媒7を蒸発させる。液滴を安定に生成するための大量の溶媒を予め蒸発させた上でプラズマ発生用真空容器9に供給することで、真空容器9の真空度の低下が抑制できる。高濃縮化後の微粒子集合体8の直径は数十 μm になる。凝集剤としての溶媒を、ほぼ蒸発させることで、真空容器9の排気ポンプの負担を小さくできる。微粒子集合体8は、溶媒が完全に蒸発した後も、分子間力及び帯電による凝集力で凝集させられる。

液滴発生用真空容器1は、溶媒の大量の蒸発により数Paを越える低真空になる。一方、プラズマ発生用真空容器9では、0.1Pa以下の真空度が必要である。このため、両真空容器間は微小径のアパーチャーで結合して、十分な差動排気が行える構造にする。

第5図は、大きな径のプラズマ生成の際、密度の一様性を上げることについて説明する図である。一様な密度のプラズマ生成の支援のために、プラズマ化の前に、第5図に示すように、数十 μm 径になっている微粒子集合体8に微粒子集合体分裂用レーザー10を照射する。分裂用レーザー10の照射により、集合体を構成する微粒子が溶解して合体すると、微粒子集合体にした意味がなくなるので、分裂用レーザー10には、極短パルスレーザーを用いるのがよい。極短パルスレーザー光を吸収した微粒子は、温度が上昇し膨張し、重心が L だけ移動する。短い時間 t で重心移動がなされると、大きな加速度 α が発生することになり、凝集体に力 F が加わることになる。微粒子の質量を m と置けば、 $F=m\alpha$ であり、 $\alpha=L/t^2$ であるので、温度上昇時間 t が極めて短ければ、極めて大きな衝撃を集合体に与えることが出来る。つまり、分裂用レーザー10としては、ピコ秒パルスやフェムト秒パルス

を用いると、効果が大きい。例えば、100フェムト秒のレーザーを $1\text{J}/\text{cm}^2$ 程度のエネルギー密度で照射すれば、100nm以上の直径の微粒子は、分子間力による凝集力に打ち勝って、分離する程度の加速度が得られる。照射エネルギー密度を上げれば、それに比例して大きな加速度を貰うことになり、その反作用として微粒子集合体

5 集合体に大きな衝撃を与えられるが、温度上昇が大きすぎると溶解して微粒子の集合体が始まるので、照射エネルギー密度には上限がある。微粒子集合体全体がひとかたまりにならなければ良いので、表面の何層かの微粒子が合体することは許容できる。

分裂用レーザー10の照射後数百nsから数 μs で、超微粒子3は、直径数百 μm の直径の領域に拡散された状態11になる。この状態になってからパルスレーザー12を照射して、プラズマEUV光源を生成する。強力な13nm光を発生させる場合には、プラズマの直径は500 μm 程度で、プラズマ温度は30-50eVにするのが良い。電子密度は $10^{20}/\text{cm}^3$ 程度になるように、微粒子集合体の質量は調整しておくのが良い。パルスレーザー12は波長1 μm 、パルス幅10ns程度とし、パルスエネルギーは数十mJ

15 から数百mJにするのが良い。

第6図は、微粒子集合体を帯電させ、電磁気的手法で、その軌跡を制御することについて説明する図である。微粒子集合体8が供給される空間位置の精度を上げるために、第6図に示すように、電子銃13あるいはイオン銃によって、荷電粒子14を微粒子集合体8に付与し、帯電させ、電極15でその軌道を制御する。

20 微粒子集合体8の発生時刻及び速度に若干の変動が生じる可能性があるが、それは、モニター用CWレーザーのビーム光路16を微粒子集合体8が横切る時刻を検出器17で検出して、プラズマ生成用パルスレーザー12のタイミング制御回路に与えて、同期を取る。

(超微粒子の集合体化)

25 本発明は、直径数十 μm の単一球と同程度の総重量を有するターゲット材料を、多数の超微粒子群として供給する手段を提供する。第1図に見えるように、直径10 μm 以下の超微粒子は、数ナノ秒レーザーの照射で、固体密度の核を残すことなく気化される。超微粒子群を、直径数百 μm の空間に一様に分散させたのちレーザー照射をすることで、直径数百 μm の一様な密度のプラズマが生成できる。直径10

μm の微粒子を27個凝集させた集合体でも良いが、プラズマ化の前に微粒子を拡散させる際の一様性を増すためには、凝集される微粒子の数は多い方が好ましい。直径1 μm の超微粒子を凝集させる場合には、直径30 μm の単一球の重量と等しくするには、20,000個を一つの微粒子集合体にする必要がある。

5 (凝集剤)

直径30 μm の単一球と等しい質量を、直径0.1 μm の超微粒子群で供給するには3E7個の超微粒子が必要である。超微粒子は質量が小さく熱運動速度が小さいため、超微粒子群は小さい拡散角度を持っており、長距離を飛行させると、広い空間に飛散してしまう。

- 10 このことから、本発明では、分子間力及び帯電による凝集力あるいは凝集剤を用いて、超微粒子を凝集する手段を提供する。凝集剤としては、液体窒素、水あるいは有機溶媒室温において気体あるいは液体になる流体を媒質として用いることで、新たなデブリ及び汚染物質発生源を作らない。その溶媒流体中に、プラズマ材料になる超微粒子を混合分散させ、その混合流体を液滴化することで、必要
- 15 な質量の超微粒子集合体を連続的に作成できる。液滴毎の超微粒子の重量の変動を小さくするために、攪拌その他の手法を用いて、流体中で溶解している微粒子を一様に分散させる。

(振動)

- ノズルから液体を噴出させると、噴出直後は連続ジェットであるが、ある一定
- 20 距離飛行した後、液滴分裂する。液滴分裂が始まる距離は、ノズル径、噴出速度、液体の粘性により異なる。連続ジェットの液滴分裂は、流体の不安定性によりものであり、通常は揺らぎが大きく、安定した液滴生成はできない。

本発明は、安定な液滴生成のために、ノズルあるいはその他の手段で噴出液体に、液体噴出方向あるいは、任意の方向への振動を与える手段を提供する。

- 25 この強制振動による液滴生成の安定化を行った例を第3図に示す。

(濃縮化)

その中に比重7の固体密度で直径50 μm の単一球の重量である0.1 μg 程度になる超微粒子が含まれてさえいれば、液滴の直径が直径500 μm でも良い、という訳ではない。従来技術の説明で述べたように、EUV光の吸収を避けるためにチェンバ

一の圧力を十分低く保つには、溶媒液滴の直径は $50\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。
一方で、安定した液滴生成のためには、溶質超微粒子の密度は、十分低い必要がある。従って、液滴径は十分大きい必要がある。また、液体ジェットによる液滴生成に於いては、液滴の径は液体ジェットの径の2倍程度であり、連続で発生する液滴の間隔と液滴径の比は4倍程度であり、液滴間隔と液滴径の比は任意の大きな値にすることができない。

本発明は、液滴の安定生成のためにノズルからは大きな液滴を発生させながら、プラズマ光源生成時の微粒子集合体の直径を十分小さくするために、第4図に示すように、溶媒を蒸発させて液滴中の超微粒子の含有濃度を高くして、液滴径を小さくする手段を提供する。

濃縮は、液滴からの媒質の蒸発あるいは昇華によって行われるが、濃縮の程度は、液滴の温度、飛行距離の制御によって、制御する。液滴の温度制御は、赤外線あるいは微弱なレーザー照射その他の加熱手段で液滴を加熱することによって可能である。プラズマ発生用真空容器の圧力上昇を防ぐため、別空間を設けて濃縮を行う。

(集合体の誘導)

液滴中の超微粒子群濃度を濃縮したりその他いろいろな要請で、液滴生成地点からプラズマ生成地点までの距離が大きくなる。すると、パルスレーザーが集光される場所を液滴が通過しないことも懸念される。このため本発明は、第6図に示すように、電子シャワーの暴露その他の方法により液滴を帯電させる手段と帯電した液滴の運動を電氣的に制御する手段とを提供する。

(超微粒子の分散)

生成されるプラズマの密度の一様性を高めるには、プラズマ生成用のパルスレーザーを照射する前に、集合体内の超微粒子を予め分散させておくことが有効である。本発明は、第5図に示すように、微粒子集合体中の超微粒子群を必要な広さの空間に分散させる手段も提供する。

微粒子集合体中の凝集剤として作用する液滴化の溶媒が、室温において気体あるいは液体である流体なので、赤外線あるいは微弱なレーザー照射その他の加熱手段で微粒子集合体の凝集剤を加熱することで液滴媒質は蒸発拡散し、それに伴

って溶質である超微粒子も分散運動を開始する。必要に応じて、超微粒子そのものの弱いプラズマ化を行っても良い。超微粒子群が、必要な広さの空間に分散した後、強力パルスレーザーの照射を行うことで、均一な密度分布の光源プラズマが生成できる。

- 5 溶質は、プラズマ発生空間でプラズマ化され後にガス化するので、環境への影響が小さな窒素を用いるのが望ましく、液体窒素が適当な溶質であるが、酸素を発生する水も適当である。さらには、微粒子の溶解の容易さや、液滴化の容易さその他種々の条件により、炭素を含む有機溶媒、その他の溶媒も用いられる。

(蒸発での超微粒子生成)

- 10 液体に溶かして液滴化する超微粒子の径は、プラズマ生成用のレーザー照射で固体核がなくなる程度に小さければ良い。その大きさは、レーザー照射条件で異なるが、単一パルスの場合、 $10\mu\text{m}$ 程度以下である。つまり $10\mu\text{m}$ 程度であれば、生成されるプラズマの密度はある程度一様になるが、その一様性を高めるには、微粒子集合体を構成する超微粒子の数は大きいことが望ましく、数十nm程度から
- 15 数百nmにすることが望ましい場合もある。

数十nmから数百nmに径の超微粒子を作成する方法としては、その超微粒子材料の蒸気を凝集させる手段が採用可能である。超微粒子を溶媒に混合させることが可能であるが、超微粒子材料の蒸気を溶媒に送りこんで、溶媒中で超微粒子化することも可能である。

- 20 (アブレーションでの超微粒子生成)

また、本発明で用いる超微粒子は、パルスレーザー照射による熱衝撃で発生することも可能である。この場合、固体錫にパルスレーザーを照射して溶融化と超微粒子飛散を同時に行うことが可能であり、あるいは、溶融させた液体錫を用意し、その表面から超微粒子を飛散させるための熱衝撃発生用に、パルスレーザー

25 照射その他のパルス加熱手段を用いることが可能である。

(気流での搬送)

用いる超微粒子の径がある程度以上大きくなると、熱運動効果が小さくなり、また搬送すべき距離がそれほど大きくない場合は、微粒子群の拡散を抑制するための液滴化による凝集は必ずしも必要でなくなる。しかし、利用されないで環境

にまき散らされる微粒子の数を抑制するためには、微粒子群の供給は、連続的ではなくパルス的に行うことが望ましい。

このことから、本発明は、パルスレーザーによるアブレーションを利用して、直径が $0.1\mu\text{m}$ 以上でおよそ $1\mu\text{m}$ 前後である超微粒子群を発生させ、その集団を気
5 流で搬送する手段を提供する。

固体平板をパルスレーザー照射することで、 $0.2\mu\text{m}$ をピークとする粒径の微粒子が発生することが観測されており、このレーザーブレーションを気流中でおこなうことで、発生された微粒子群を気流に乗せることができ、細管を通して、プラズマ発生用の真空領域に導くことができる。搬送用のガスには、窒素ガス、ヘ
10 リウムガス、空気など、種々のガスの利用が可能である。

気流での搬送では、微粒子群の拡散が避け得ないので、拡散させないで搬送できる距離にはある程度の限界はある、しかし、一方で、液滴の場合は、溶媒の蒸発によって光源発生用真空容器の圧力低下が避けがたい状況も起こりえるが、気流による搬送の場合は、この問題が軽減される利点がある。

15 本発明は、ターゲット材料を微粒子集合体の形状で供給することで、周囲の固体から十分に離れた場所に、十分に高い密度で、デブリを環境にまき散らさないで、固体材料を供給することができる。

また、本発明は、超微粒子を溶解した溶液を液滴化し、のちに、溶媒を蒸発させて濃縮化して、微粒子集合体を生成することで、kHzを越える高繰り返し供給と、
20 プラズマ生成領域への高精度のガイディングが可能になる。

また、本発明は、微粒子集合体をプラズマ発生用真空容器に導く前に、超微粒子を含む液滴の溶媒を蒸発させることで、プラズマ発生用真空容器内の真空度の劣化を防ぐことができる。

請求の範囲

1. レーザーを物質に照射して得られるプラズマから輻射線が発生させるレーザープラズマ発生方法において、

上記物質は、多数の超微粒子が凝集した粒子集合体であり、分子間力や帯電による凝集あるいは超微粒子の融点以下で気化する材料を凝集剤とすることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

2. 請求の範囲第1項に記載のレーザープラズマ発生方法において、

レーザー照射による加熱あるいは荷電粒子の照射あるいはその他の熱的、電氣的、機械的衝撃を与えて、粒子集合体の構成微粒子を分裂拡散させたのちに、プラズマ生成の主パルス照射することを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

3. 請求の範囲第1項又は第2項に記載のレーザープラズマ発生方法において、

室温において液体である材料あるいは冷却によって液化する流体中に、粒子集合体を構成する超微粒子を混ぜ、その微粒子混合流体を噴流させて液滴化し、凝集剤としての流体を蒸発させて濃縮して粒子集合体を作成することを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

4. 請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

微粒子混合流体の媒質となる流体として、液体窒素、水あるいは有機溶媒を用いることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

5. 請求の範囲第3項又は第4項に記載のレーザープラズマ発生方法において、

粒子集合体の超微粒子の数の変動を小さくするために、微粒子混合流体は、水素イオン指数の調整や攪拌その他の手法で、流体中で溶解している超微粒子を一様に分散させたことを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

6. 請求の範囲第3項～第5項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

噴出させるノズルあるいはアパーチャーに規則的振動を与えて微粒子混合流体を液滴化することを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

7. 請求の範囲第6項に記載のレーザープラズマ発生方法において、
ノズルあるいはアパーチャーに与える振動の周波数は、100Hz以上、1MHz以下であることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

8. 請求の範囲第6項又は第7項に記載のレーザープラズマ発生方法において、

ノズルあるいはアパーチャーに与える振動の振幅は、1 μm 以上であることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

9. 請求の範囲第3項～第8項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

10 液滴化した微粒子混合流体をプラズマ発生空間に供給する前に、液滴中の媒質である流体の蒸発あるいは昇華を行う空間を設けることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

10. 請求の範囲第9項に記載のレーザープラズマ発生方法において、
液滴化した微粒子混合流体中の媒質流体の蒸発あるいは昇華を促すために、レーザー照射その他の加熱を行うことを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

11. 請求の範囲第1項～第10項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

粒子集合体を帯電する手段と帯電した粒子集合体の軌道を電磁氣的に制御する手段とを備えたことを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

20 12. 請求の範囲第1項～第11項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

粒子集合体を構成する超微粒子の直径は1 μm 以下であることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

13. 請求の範囲第1項～第12項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

粒子集合体を構成する微粒子は、錫あるいは酸化錫あるいはその他の錫を含む物質であることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

14. 請求の範囲第1項～第13項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

粒子集合体の総質量は、直径 5 μm の固体密度の単一微粒子の質量以上であることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

15. 請求の範囲第 1 項～第 14 項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

5 粒子集合体の総質は、直径 200 μm の固体密度単一微粒子の質量以下であることを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

16. 請求の範囲第 1 項～第 15 項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生方法において、

10 粒子集合体を構成する微粒子として、短パルスレーザーを、微粒子を形成すべき元素を含む固体あるいは液体ターゲットに照射して剥離される物質を利用することを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

17. レーザーを物質に照射して得られるプラズマから輻射線が発生させるレーザープラズマ発生方法において、

15 固体あるいは液体ターゲットの短パルスレーザー照射による超微粒子の発生を、気体の流れる環境で行い、気体流を利用して超微粒子群をプラズマ発生領域へ搬送して、プラズマ生成用物質を供給することを特徴とするレーザープラズマ発生方法。

18. レーザーを物質に照射して得られるプラズマから輻射線が発生させるレーザープラズマ発生装置において、

20 上記物質は、多数の超微粒子が凝集した粒子集合体であり、分子間力や帯電による凝集あるいは超微粒子の融点以下で気化する材料を凝集剤とすることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

19. 請求の範囲第 18 項に記載のレーザープラズマ発生装置において、

25 レーザー照射による加熱あるいは荷電粒子の照射あるいはその他の熱的、電氣的、機械的衝撃を与えて、粒子集合体の構成微粒子を分裂拡散させたのちに、プラズマ生成の主パルス照射することを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

20. 請求の範囲第 18 項又は第 19 項に記載のレーザープラズマ発生装置において、

室温において液体である材料あるいは冷却によって液化する流体中に、粒子集

合体を構成する超微粒子を混ぜ、その微粒子混合流体を噴流させて液滴化し、凝集剤としての流体を蒸発させて濃縮して粒子集合体を作成することを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

21. 請求の範囲第18項～第20項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

微粒子混合流体の媒質となる流体として、液体窒素、水あるいは有機溶媒を用いることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

22. 請求の範囲第20項又は21項に記載のレーザープラズマ発生装置において、

10 粒子集合体の超微粒子の数の変動を小さくするために、微粒子混合流体は、水素イオン指数の調整や攪拌その他の手法で、流体中で溶解している超微粒子を一樣に分散させたことを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

23. 請求の範囲第20項～第22項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

15 噴出させるノズルあるいはアパーチャーに規則的振動を与えて微粒子混合流体を液滴化することを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

24. 請求の範囲第23項に記載のレーザープラズマ発生装置において、ノズルあるいはアパーチャーに与える振動の周波数は、100Hz以上、1MHz以下であることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

20 25. 請求の範囲第23項又は24項に記載のレーザープラズマ発生装置において、

ノズルあるいはアパーチャーに与える振動の振幅は、1 μm 以上であることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

25 26. 請求の範囲第20項～第25項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

液滴化した微粒子混合流体をプラズマ発生空間に供給する前に、液滴中の媒質である流体の蒸発あるいは昇華を行う空間を設けることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

27. 請求の範囲第26項に記載のレーザープラズマ発生装置において、

液滴化した微粒子混合流体中の媒質流体の蒸発あるいは昇華を促すために、レーザー照射その他の加熱を行うことを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

28. 請求の範囲第18項～第27項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

- 5 粒子集合体を帯電する手段と帯電した粒子集合体の軌道を電磁氣的に制御する手段とを備えたことを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

29. 請求の範囲第18項～第28項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

- 10 粒子集合体を構成する超微粒子の直径は1 μm 以下であることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

30. 請求の範囲第18項～第29項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

粒子集合体を構成する微粒子は、錫あるいは酸化錫あるいはその他の錫を含む物質であることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

- 15 31. 請求の範囲第18項～第30項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

粒子集合体の総質量は、直径5 μm の固体密度の単一微粒子の質量以上であることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

- 20 32. 請求の範囲第18項～第31項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

粒子集合体の総質は、直径200 μm の固体密度単一微粒子の質量以下であることを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

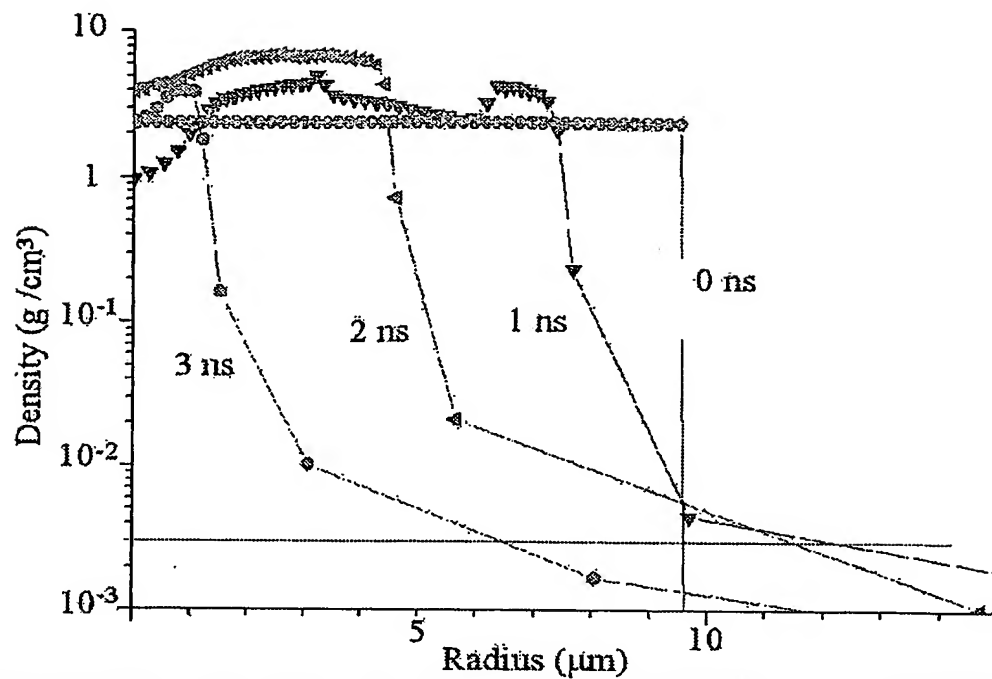
33. 請求の範囲第18項～第32項のいずれかに記載のレーザープラズマ発生装置において、

- 25 粒子集合体を構成する微粒子として、短パルスレーザーを、微粒子を形成すべき元素を含む固体あるいは液体ターゲットに照射して剥離される物質を利用することを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

34. レーザーを物質に照射して得られるプラズマから輻射線を発生させるレーザープラズマ発生装置において、

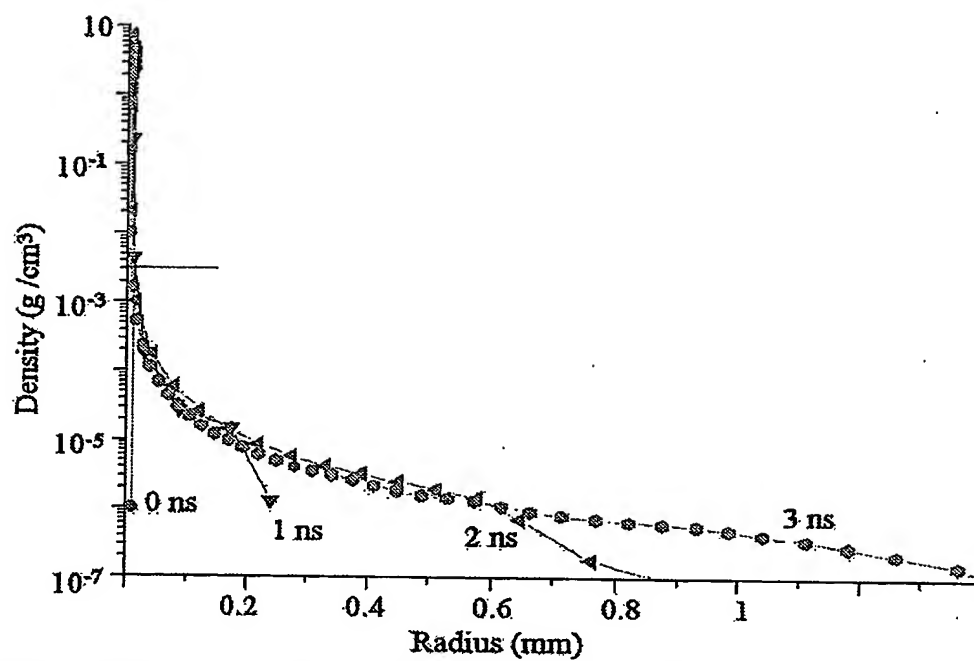
固体あるいは液体ターゲットの短パルスレーザー照射による超微粒子の発生を、気体の流れる環境で行い、気体流を利用して超微粒子群をプラズマ発生領域へ搬送して、プラズマ生成用物質を供給することを特徴とするレーザープラズマ発生装置。

第1図



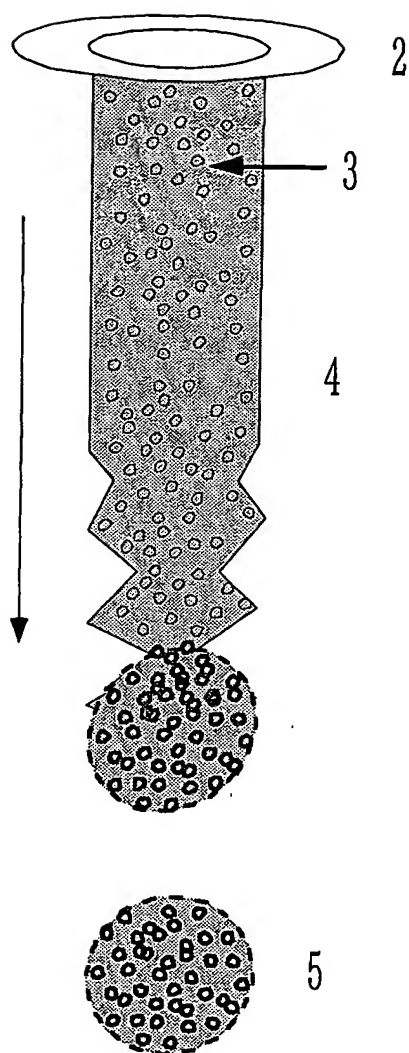
直径 $20 \mu\text{m}$ の球ターゲットがレーザー照射されたときの密度プロファイルの時間変化

第2図



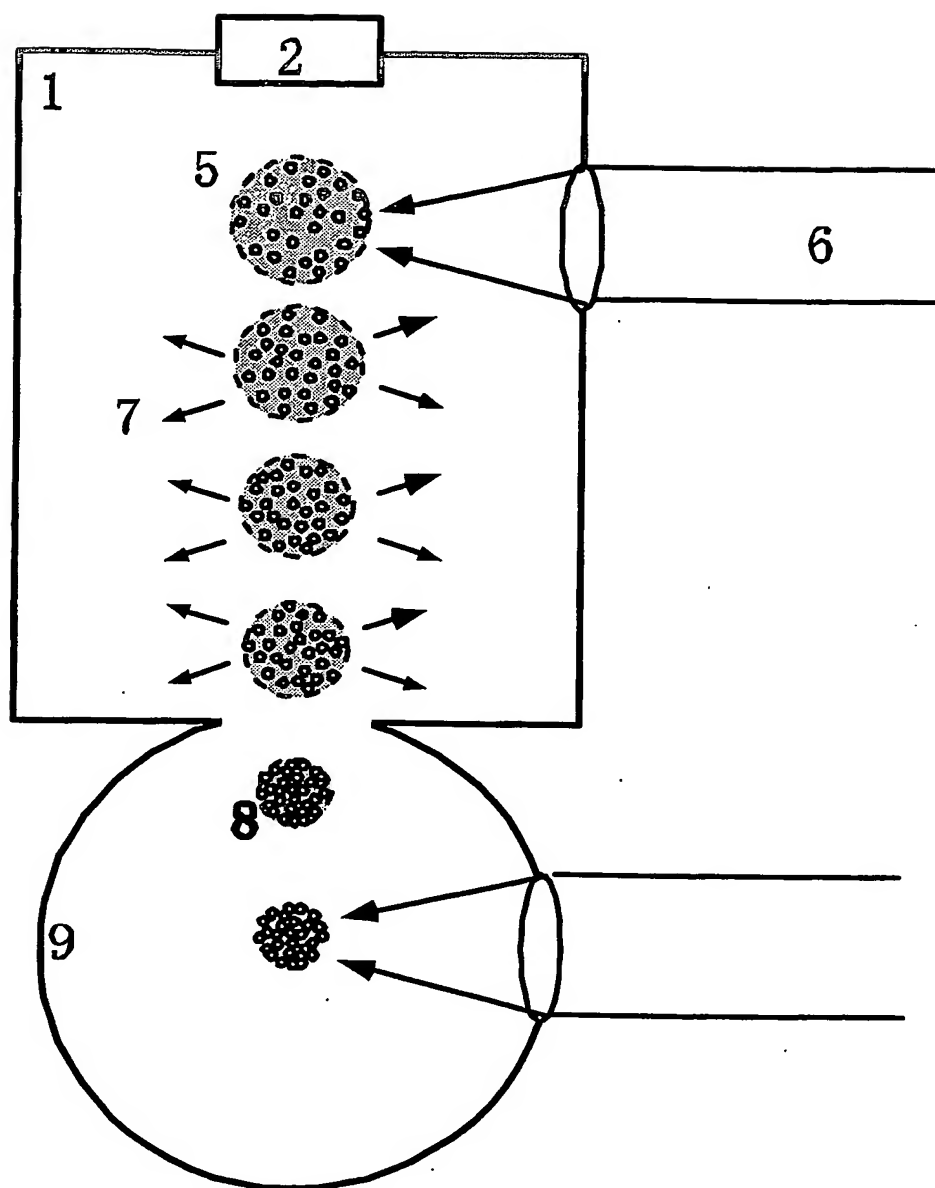
直径 $20\mu\text{m}$ の球ターゲットがレーザー照射されたときの密度プロファイルの時間変化。

第3図



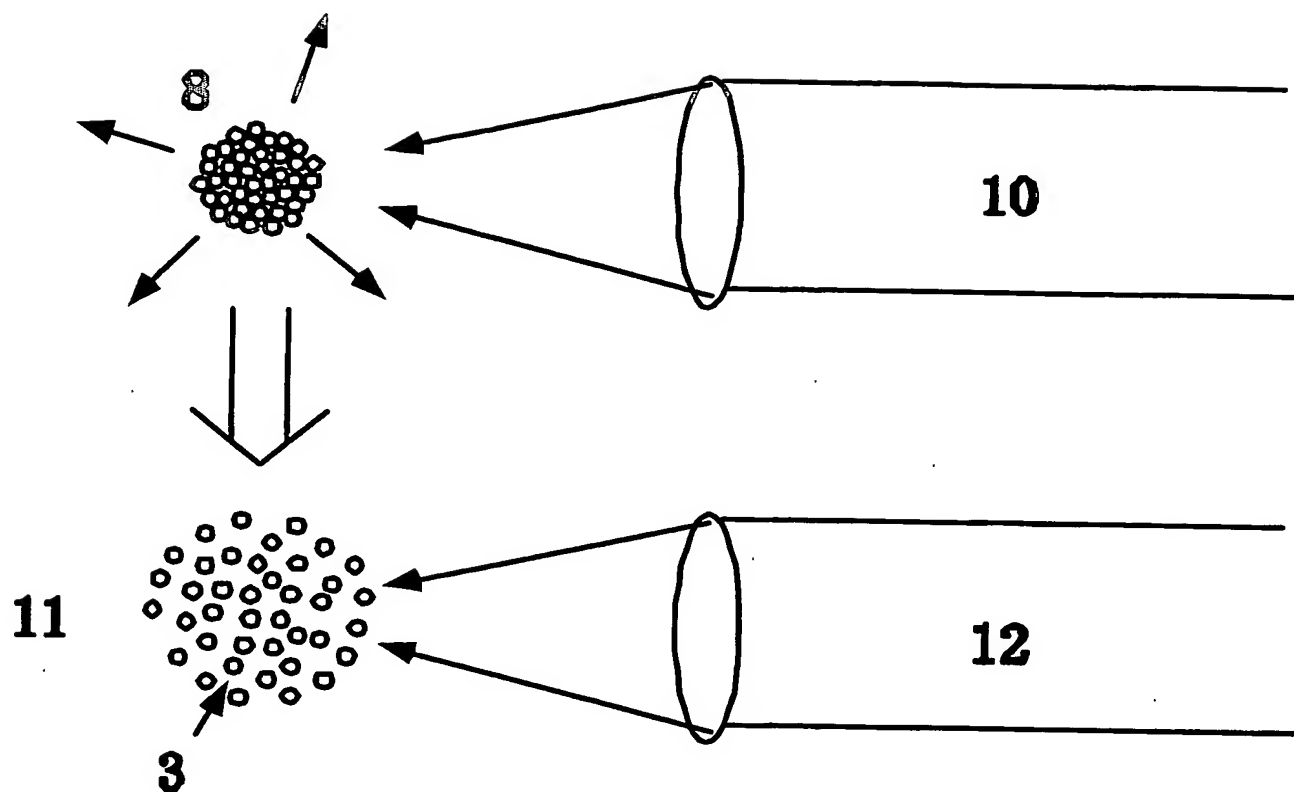
超微粒子を含む溶液を液滴化

第4図



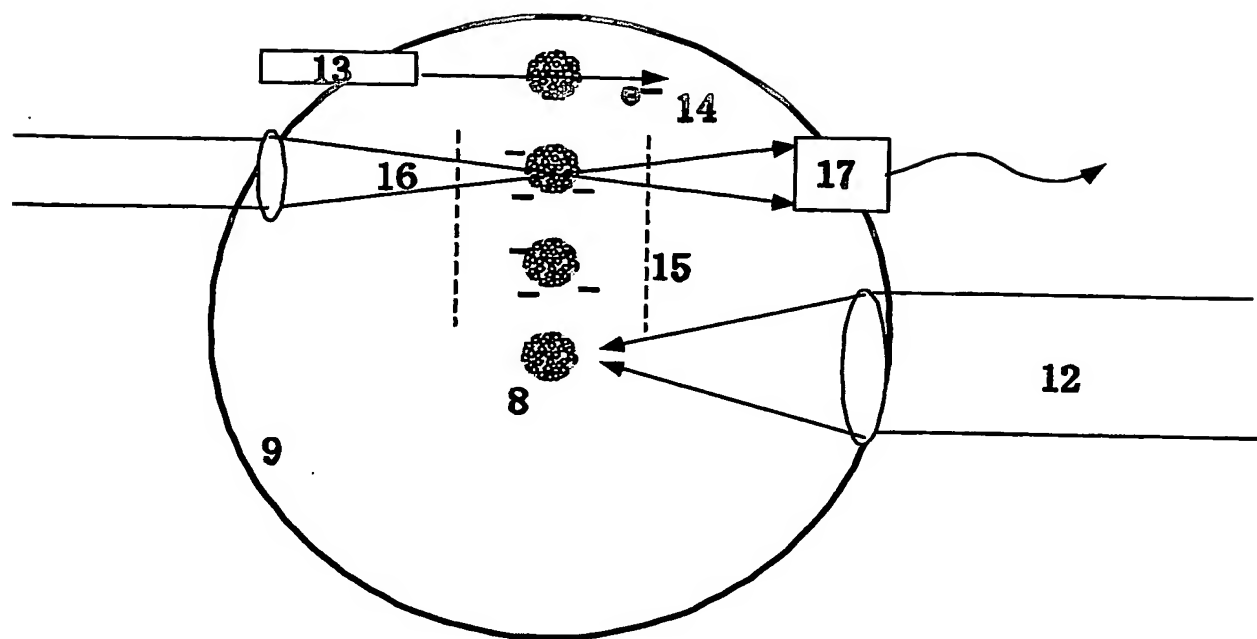
微粒子集合体を生成

第5図



微粒子集合体を拡散させた後に強力パルスレーザーの照射

第 6 図



微粒子集合体の軌跡を制御

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H05G2/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H05G2/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X A | WO 2002/46839 A1 (UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA), 13 June, 2002 (13.06.02), & JP 2004-515884 A | 1, 18 2-16, 19-33 |
| X A | JP 2000-215998 A (Nikon Corp.), 04 August, 2000 (04.08.00), (Family: none) | 1, 18 2-16, 19-33 |
| X A | JP 2000-91095 A (Nikon Corp.), 31 March, 2000 (31.03.00), (Family: none) | 1, 18 2-16, 19-33 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 September, 2004 (03.09.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004031

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1, 18 are not novel since they are disclosed in document WO 2002/46839 A1 (UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA), 13 June, 2002 (13.06.02), document JP 2000-215998 A (Nikon Corp.), 04 August, 2000 (04.08.00), and document JP 2000-91095 A (Nikon Corp.), 31 March, 2000 (31.03.00).

Consequently, the main inventions are divided into the inventions sharing the constituent feature of claim 2 out of the inventions of claims 1, 2, 18, 19 and claims 3-16 and the inventions sharing the constituent feature of claim 19 out of the inventions of 20-33. Similarly the second-and-beyond inventions are divided. (Continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

The inventions sharing the constituent feature of claim 2 out of the inventions of claims 1, 2, 18, 19 and claims 3-16 and the inventions sharing the constituent feature of claim 19 out of the inventions of 20-33.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004031

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

This application, then, contains 10 inventions.

Consequently claims 1-34 do not comply with the requirement unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H 0 5 G 2 / 0 0

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H 0 5 G 2 / 0 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|----------------------|
| X A | WO 2002/46839 A1 (UNIVERSITY OF CENTRAL FLOR IDA) 2002.06.13 & JP 2004-515884 A | 1, 18 2-16, 19-33 |
| X A | JP 2000-215998 A (株式会社ニコン) 2000.08.04 (ファミリーなし) | 1, 18 2-16, 19-33 |
| X A | JP 2000-91095 A (株式会社ニコン) 2000.03.31 (ファミリーなし) | 1, 18 2-16, 19-33 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.09.2004

国際調査報告の発送日

21.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小田倉 直人

2W

9163

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1, 18は文献WO 2002/46839 A1 (UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA) 2002.06.13、文献JP 2000-215998 A (株式会社ニコン) 2000.08.04、文献JP 2000-91095 A (株式会社ニコン) 2000.03.31にそれぞれ開示されているから新規なものではない。

その結果、主発明には請求の範囲1, 2, 18, 19および請求の範囲3-16のうち請求の範囲2の構成を共有する部分および請求の範囲20-33のうち請求の範囲19の構成を共有する部分を区分し、同様に第2発明以降も区分していくと、本願の請求の範囲には10の発明が記載されているものと認められる。

よって請求の範囲1-34は発明の単一性を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1, 2, 18, 19および請求の範囲3-16のうち請求の範囲2の構成を共有する部分および請求の範囲20-33のうち請求の範囲19の構成を共有する部分

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.